



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.06.2022 Patentblatt 2022/24

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25B 49/02 ^(2006.01) **F04B 53/08** ^(2006.01)
H02H 5/04 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21212666.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25B 49/02; F04B 53/08; F25B 2700/21153;
F25B 2700/21154

(22) Anmeldetag: **07.12.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Wohlfel, Arnold**
42799 Leichlingen (DE)
• **Schnabl, Dennis**
42859 Remscheid (DE)

(74) Vertreter: **Popp, Carsten**
Vaillant GmbH
IRP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)

(30) Priorität: **09.12.2020 DE 102020132713**

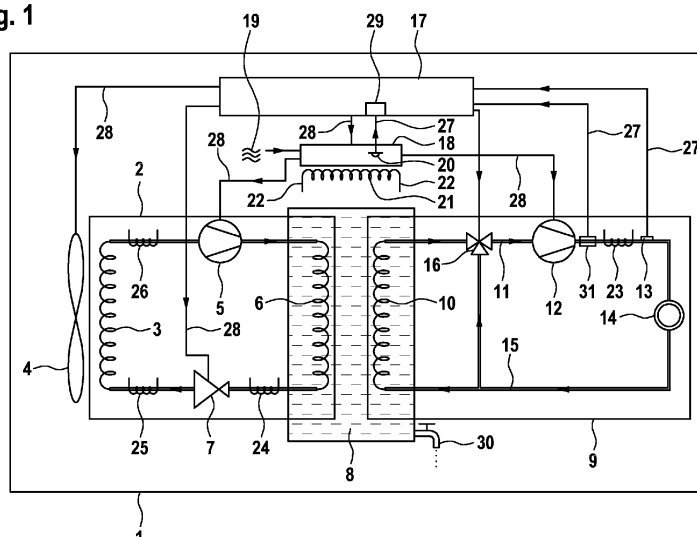
(71) Anmelder: **Vaillant GmbH**
42859 Remscheid (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNGEN ZUR TEMPERATURREGELUNG EINER LEISTUNGSELEKTRONIK AN EINER KLIMA- UND/ODER HEIZANLAGE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Temperatur einer Leistungselektronik (18) in einer ein Wärmeträgermedium oder ein Kältemittel führenden Anlage (1), nämlich einer Klima- und/oder Heizanlage (1), mit einer zentralen Steuer- und Regeleinheit (17) zur Regelung der Temperatur und/oder Strömungsgeschwindigkeit in der Anlage (1), wobei die Leistungselektronik (18) an einer Kühlstelle (23; 24; 25; 26) in der Anlage (1) von einem in der Anlage (1) strömenden Wärmeträgermedium oder Kältemittel gekühlt wird und wobei ein Messwert der Temperatur der

Leistungselektronik (18) der Steuer- und Regeleinheit (17) zugeführt wird und von dieser bei der Regelung der Temperatur und/oder der Strömungsgeschwindigkeit in der Anlage (1) und damit an der Kühlstelle (23; 24; 25; 26) berücksichtigt wird. Die Erfindung erlaubt es, die Überhitzung einer Leistungselektronik (18) und ein dadurch verursachtes Abschalten oder Reduzieren der Leistung durch Veränderung der Regelung einer Anlage (1) weitgehend zu vermeiden oder zumindest die maximal mögliche Leistung in einer gegebenen Sondersituation abrufen zu können.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Regelung der Temperatur, insbesondere zur Temperaturbegrenzung, einer Leistungselektronik an einer Klima- und/oder Heizanlage, im Folgenden auch als Anlage bezeichnet. Eine Leistungselektronik wird bei modernen Anlagen eingesetzt, um z. B. Strom aus einem Versorgungsnetz umzuwandeln in (regelbaren) Strom zum Betrieb von Komponenten einer Anlage, beispielsweise eines Kompressors, einer Umwälzpumpe oder dergleichen. Dabei kann es um die Umwandlung zwischen Wechselstrom und Gleichstrom und/oder um die Anpassung von Spannungen gehen. Insbesondere auch bei mit Photovoltaik kombinierten Anlagen werden Leistungselektroniken benötigt. Im Folgenden wird die Erfindung besonders anhand eines Wechselrichters, der einen Kompressor eines Wärmepumpenkreislaufs versorgt, beschrieben, kann aber in ähnlicher Weise auch für andere Leistungselektroniken und andere Komponenten eingesetzt werden.

[0002] Eine Leistungselektronik erfüllt ihre Funktion nur unter Erzeugung von Wärme (hauptsächlich ohm'sche Wärme), so dass sie sich während ihres Betriebes aufheizt und die entstehende Wärme abgeführt werden muss. Im Allgemeinen ist die Wärmeleistung einer Leistungselektronik ungefähr proportional zu den von der Leistungselektronik geschalteten elektrischen Strömen, so dass bei gegebener Wärmeabfuhr (Kühlung der Leistungselektronik) eine Überhitzung nur durch Reduzierung der Leistung oder Abschaltung erreicht werden kann. Tatsächlich ist genau dies bei Leistungselektroniken nach dem Stand der Technik der Fall. Sie werden als quasi separate Bauteile betrachtet, so dass bei einer drohenden Überhitzung mit einer Leistungsreduzierung oder Abschaltung zum eigenen Schutz reagiert wird, unabhängig davon, welche Folgen dies für angeschlossene Komponenten und Anlagen hat. Es gibt zwar luftgekühlte Leistungselektroniken, bei denen man die Kühlung durch eine Veränderung des Luftstromes (z. B. Erhöhung der Drehzahl eines Lüfters) verstärken kann, aber auch bei solchen wird die Kühlung als einfacher separater Regelkreis betrieben, wobei weiterhin bei drohender Überschreitung eines vorgegebenen Maximalwertes (Überhitzung) eine Leistungsreduzierung oder Abschaltung erfolgt. Das gleiche gilt für Leistungselektroniken, die mit Kältemittel oder Wärmeträgermedium, z. B. einer Wärmepumpenanlage, gekühlt werden. Zwar gibt es Regelungen, die die Kühlung der Leistungselektronik in Abhängigkeit von deren Temperatur verändern können, beispielsweise durch Öffnen oder Schließen eines Bypasses zur Kühlung der Leistungselektronik, jedoch wird auch hier die Regelung der Temperatur der Leistungselektronik unabhängig von der Regelung einer ganzen Anlage durchgeführt. Der Maximalwert der Temperatur einer Leistungselektronik ist spezifisch für jede Leistungselektronik und jeden Messort der Temperatur und liegt im Bereich von 70 bis 160°C [Grad Celsius], insbeson-

dere zwischen 80 und 120°C. Bei Fehlern in der Leistungselektronik oder Komponenten einer Anlage kann die Wärmeentwicklung in der Leistungselektronik ansteigen, so dass ohne Gegenmaßnahmen eine Überschreitung des Maximalwertes droht, auch wenn die Leistungselektronik für die betreffende Anlage richtig ausgelegt ist.

[0003] Bei Wärmepumpenanlagen und anderen Anlagen, insbesondere Klima- oder Heizgeräten, wird eine dabei eingesetzte Leistungselektronik typischerweise von einem dort zirkulierenden Wärmeträgermedium (kann auch Luft sein) oder Kältemittel gekühlt, das heißt je nach Art der Anlage z. B. von Luft, Wasser, Sole oder Kältemittel. Bei Heizanlagen ist dies sehr sinnvoll, da auf diese Weise eine elektrische Verlustleistung der Leistungselektronik zum Heizen beitragen kann. Bei Klimaanlagen, die typischerweise bei hohen Umgebungstemperaturen benutzt werden, ist dieser Effekt zwar unerwünscht, dafür kann aber die Kühlung der Leistungselektronik an einer Kühlstelle mit niedriger Temperatur sehr effektiv gestaltet werden. Dennoch werden bisher der Schutz der Leistungselektronik vor Überhitzung und die Regelung der Wärmepumpenanlage als völlig getrennte Aufgaben betrachtet und unabhängig voneinander durchgeführt. Das führt dazu, dass bei einer drohenden Überhitzung der Leistungselektronik diese abgeschaltet oder in ihrer Leistung um beispielsweise mindestens 10 bis 50% gedrosselt wird, um weniger Wärme zu erzeugen. Die dadurch entstehenden Nachteile beim Betrieb der Anlage (z. B. geringere Verfügbarkeit, weniger Komfort) bis hin zu Schäden (Einfrieren von Komponenten) müssen dabei notwendigerweise in Kauf genommen werden. Bei einer Reduzierung der Leistung ist dabei keineswegs sichergestellt, dass diese ausreicht oder nicht unnötig stark ausfällt.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme wenigstens teilweise zu lösen und insbesondere die Temperatur einer Leistungselektronik an einer Klima- und/oder Heizanlage so zu regeln, dass eine Reduzierung der Leistung oder gar Abschaltung möglichst selten erforderlich ist und eine Reduzierung der Leistung nur in dem Maße erfolgt, wie es zur Vermeidung einer Überhitzung nötig ist.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe dienen ein Verfahren und eine Vorrichtung sowie ein Computerprogrammprodukt gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben. Die Beschreibung, insbesondere im Zusammenhang mit der Zeichnung, veranschaulicht die Erfindung und gibt weitere Ausführungsbeispiele an.

[0006] Dabei geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, dass eine drohende Überhitzung einer Leistungselektronik auch durch eine Verstärkung der Kühlung verhindert werden kann, wenn man die Kühlung in Abhängigkeit von der Temperatur der Leistungselektronik verändert. Wo auch immer die Kühlung der Leistungselektronik in einer Anlage angeordnet ist (im Allgemeinen

wird es einer der kälteren Bereiche eines Kreislaufes der Anlage mit Wärmeträgermedium oder Kältemittel sein), wird bisher bei der Regelung der Anlage und damit auch der Temperatur und/oder Strömungsgeschwindigkeit an der Kühlstelle nicht die Temperatur der Leistungselektronik berücksichtigt. Dies wird erfindungsgemäß zumindest bei Bedarf geändert. Das bedeutet nicht unbedingt, dass in der Leistungselektronik vorhandene Schutzmechanismen außer Kraft gesetzt werden, jedoch wird durch zusätzliche Maßnahmen ein Erreichen der Maximaltemperatur nach Möglichkeit verhindert, so dass die internen Schutzmaßnahmen seltener greifen müssen, falls überhaupt.

[0007] Hierzu trägt ein Verfahren zur Regelung der Temperatur einer Leistungselektronik in einer ein Wärmeträgermedium oder Kältemittel führenden Anlage, nämlich einer Klima- und/oder Heizanlage, mit einer zentralen Steuer- und Regeleinheit zur Regelung der Temperatur und/oder der Strömungsgeschwindigkeit in der Anlage bei, wobei die Leistungselektronik an einer Kühlstelle in der Anlage von einem in der Anlage strömenden Wärmeträgermedium oder Kältemittel gekühlt wird. Es wird ein Messwert der Temperatur der Leistungselektronik der Steuer- und Regeleinheit zugeführt und von dieser bei der Regelung der Temperatur und/oder Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgermediums bzw. Kältemittels in der Anlage und damit an der Kühlstelle berücksichtigt. Es findet also nicht nur eine Ansteuerung der Leistungselektronik durch die Steuer- und Regeleinheit statt, sondern es gibt auch eine Verbindung von der Leistungselektronik zurück zur Steuer- und Regeleinheit zur Übermittlung einer aktuellen Temperatur der Leistungselektronik. In den meisten Fällen wird die Temperatur in der Anlage oder mindestens einem Anlagenteil davon geregelt, jedoch hängt der Wärmeübergang an einer Kühlstelle nicht nur von der Temperatur, sondern ggf. (auch) von der Strömungsgeschwindigkeit ab, weshalb (auch) dieser Parameter geregelt werden kann. Zwar ist eine höhere Strömungsgeschwindigkeit meist mit einer höheren Wärmeentwicklung in der Leistungselektronik verbunden, weshalb dieser Lösungsansatz zunächst nicht sinnvoll erscheint, tatsächlich jedoch handelt es sich nicht unbedingt um einen linearen Zusammenhang, so dass durchaus die Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit (insbesondere an einer Kühlstelle) zu einer Reduzierung der Temperatur der Leistungselektronik beitragen kann.

[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Temperatur der Leistungselektronik einem Regelkreis für die Temperatur an der Kühlstelle als Istwert zugeführt wird und als Sollwert eine Temperatur 1 bis 10 K [Kelvin], insbesondere 3 bis 6 K, unterhalb einer Maximaltemperatur der Leistungselektronik vorgegeben. Der Sollwert hat dabei einen Sicherheitsabstand zu der Maximaltemperatur, so dass diese im Rahmen der Regelgenauigkeit des Regelkreises nicht erreicht werden sollte.

[0009] Bei einer besonderen Ausführungsform liegt die Kühlstelle in einem von einer Pumpe oder einem Kom-

pressor mit einer Leistungsvorgabe betriebenen Kreislauf der Anlage, und die Leistungselektronik wird mit dieser Leistungsvorgabe betrieben, wobei die Temperatur der Leistungselektronik als Regelgröße mit einem Sollwert von 1 bis 10 K unterhalb einer Maximaltemperatur und die Leistungsvorgabe als Stellgröße in einem Regelkreis dienen.

[0010] Bevorzugt liegt die Kühlstelle in einem Kältemittelkreislauf, und die Temperatur der Leistungselektronik wird von der Steuer- und Regeleinheit überwacht, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren unteren Schwellwertes der Temperatur der Leistungselektronik Maßnahmen zur Absenkung der Temperatur und/oder zur Erhöhung eines Volumenstromes an der Kühlstelle eingeleitet werden. Dazu sind verschiedene Maßnahmen je nach Anordnung der Kühlstelle geeignet, die einzeln oder im Zusammenspiel getroffen werden können. Eine erste Möglichkeit besteht darin, dem Kältemittelkreislauf (primärseitig) weniger Wärme zuzuführen, was z. B. durch eine Veränderung der Drehzahl einer Pumpe oder eines Lüfters in einer Weise erfolgen kann, dass die Kompressor-Last durch Erhöhung der Verdampfungstemperatur oder Verringerung der Kondensationstemperatur sinkt. Eine zweite Möglichkeit ist es, dem Kältemittelkreislauf (sekundärseitig) mehr Wärme zu entziehen, wodurch die Kondensationstemperatur des Kältemittels sinkt. Eine weitere Möglichkeit ist es, ein Expansionsventil weiter zu öffnen (wenn man eventuelle Nachteile für den Kompressor akzeptieren kann). Schließlich gibt es noch eine indirekte Möglichkeit der Einwirkung, nämlich die Wärmezufuhr (primärseitig) sogar zu erhöhen. Dadurch steigt die Kältemitteltemperatur auf der Niederdruckseite eines Kältemittelkreislaufes zwar an, wodurch aber der Temperaturhub des Kreislaufes und damit die benötigte Kompressor-Leistung sinkt. Dadurch wird die Temperatur an der Kühlstelle indirekt gesenkt. Diese Maßnahmen führen nicht unbedingt zu einem optimalen Wirkungsgrad der Anlage und optimalen Betriebsbedingungen und können auch weitere (beherrschbare) Nachteile mit sich bringen, helfen aber in besonderen Situationen eine Überhitzung der Leistungselektronik zu vermeiden, ohne den Betrieb unnötig einzuschränken.

[0011] Besonders bevorzugt erfolgt die Steuerung und Regelung der Anlage so lange ohne Einbeziehung der Temperatur der Leistungselektronik, wie die Temperatur der Leistungselektronik unter einem vorgebbaren unteren Schwellwert liegt, wobei oberhalb des unteren Schwellwertes eine Strukturumschaltung der Regelung unter Einbeziehung der Temperatur der Leistungselektronik in die Regelung erfolgt. Solange sich die Temperatur unterhalb eines unteren Schwellwertes befindet, also in einem Bereich, für den die Leistungselektronik ausgelegt ist, arbeitet die Steuer- und Regeleinheit in an sich bekannter Weise (Normalbetrieb) und wird durch die Temperatur der Leistungselektronik nicht beeinflusst. In dieser Zeit wird die Temperatur der Leistungselektronik nur beobachtet, um feststellen zu können, ob sie den Schwellwert erreicht bzw. überschreitet. Oberhalb des

unteren Schwellwertes jedoch wird die Struktur der Regelung geändert, insbesondere in eine der oben beschriebenen Strukturen (Sonderbetrieb). Damit soll verhindert werden, dass die Temperatur der Leistungselektronik weiter ansteigt und sich der Maximaltemperatur annähert. Diese Regelung arbeitet so lange, wie die Temperatur zwischen unterem Schwellwert und der Maximaltemperatur bleibt. Fällt sie wieder unter den unteren Schwellwert, so kann wieder ein Normalbetrieb erfolgen. So etwas kann beispielsweise vorkommen, wenn zeitweise eine Luftblase in einer Pumpe den Betrieb behindert und später wieder verschwindet.

[0012] Zur Vermeidung einer unkontrollierten Abschaltung durch die Leistungselektronik selbst wird bevorzugt bei Überschreitung eines vorgebbaren oberen Schwellwertes, spätestens jedoch bei Erreichen der Maximaltemperatur, die Leistungselektronik von der Steuer- und Regeleinheit abgeschaltet oder ihre Leistung um mindestens 10%, ggf. bis (maximal) 50% reduziert. Lässt sich ein Anstieg der Temperatur der Leistungselektronik auch im Sonderbetrieb nicht erreichen, so kann entweder abgewartet werden, bis die Maximaltemperatur erreicht wird und die Leistungselektronik intern vorgegebene Schutzmechanismen aktiviert. Falls diese aber nur eine Abschaltung bewirken, ist es vorteilhaft, bei Erreichen eines vorgebbaren oberen Schwellwertes, der unter dem Maximalwert liegt, zunächst eine Leistungsreduzierung vorzunehmen oder bestimmte Abschaltprozeduren durchzuführen, die die Anlage stärker schonen als eine plötzliche Abschaltung der Leistungselektronik.

[0013] Ein weiterer Aspekt betrifft eine Vorrichtung zur Regelung der Temperatur einer Leistungselektronik in einer ein Wärmeträgermedium oder ein Kältemittel führenden Anlage, insbesondere einer Klima- und/oder Heizanlage, mit einer zentralen Steuer- und Regeleinheit zur Regelung der Temperatur und/oder der Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgermediums bzw. Kältemittels in der Anlage, wobei die Leistungselektronik an einer Kühlstelle in der Anlage angeordnet ist und in Wärmeaustausch mit einem in der Anlage strömenden Wärmeträgermedium oder Kältemittel steht und wobei ein Elektronik-Temperatursensor zur Messung der Temperatur der Leistungselektronik vorhanden ist, der mit der Steuer- und Regeleinheit in Verbindung steht, die eingerichtet ist, Messwerte des Elektronik-Temperatursensors bei der Regelung der Temperatur und/oder der Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgermediums bzw. Kältemittels in der Anlage und damit an der Kühlstelle zu berücksichtigen.

[0014] Es gibt hierbei eine Messleitung (kann auch eine drahtlose Verbindung sein), die die Nutzung der Temperatur der Leistungselektronik bei der Regelung der Anlage ermöglicht. Die Komponente Leistungselektronik schützt sich daher nicht mehr (nur) selbst vor Überhitzung, sondern wird von der Steuer- und Regeleinheit geschützt.

[0015] Bevorzugt ist in der Steuer- und Regeleinheit ein Regelkreis vorhanden mit der Temperatur der Lei-

tungselektronik als Regelgröße bei einem Sollwert von 1 bis 10 K, insbesondere 3 bis 6 K, unterhalb einer Maximaltemperatur. Welche Stellgröße in dem Regelkreis benutzt wird, hängt von der Lage der Kühlstelle in der Anlage ab. Als Stellgröße kommen Drehzahl eines Lüfters, einer Pumpe oder eines Kompressors, Ventilstellungen, etc. in Betracht, die einzeln oder in Kombination eingesetzt werden können.

[0016] In einer besonderen Ausführungsform ist in der Steuer- und Regeleinheit ein Vergleichsorgan vorhanden, der eingerichtet ist, bei Überschreitung eines vorgebbaren unteren Schwellwertes der Temperatur der Leistungselektronik die Regelung der Anlage von einem Normalbetrieb in einen Sonderbetrieb mit einer anderen Regelungsstruktur umzuschalten, bei dem die Temperatur der Leistungselektronik in mindestens einem Regelkreis berücksichtigt wird.

[0017] Bevorzugt liegt die Kühlstelle in einem Kreislauf für Wärmeträgermedium (Heizkreislauf) oder Kältemittel (Wärmepumpenkreislauf) und die Temperatur und/oder ein Volumenstrom sind an der Kühlstelle in Abhängigkeit von der Temperatur der Leistungselektronik von der Steuer- und Regeleinheit veränderbar. Eine Verringerung der Temperatur an der Kühlstelle und/oder eine Erhöhung des Volumenstromes bewirken eine Verringerung der Temperatur der Leistungselektronik (ohne dass ein Schutzmechanismus in der Leistungselektronik eingreifen muss).

[0018] Bei einer speziellen Ausführungsform weist der Kreislauf eine Pumpe oder einen Kompressor auf, der mit einer Leistungsvorgabe, die auch die Leistungsvorgabe der Leistungselektronik ist, betreibbar ist, wobei die Steuer- und Regeleinheit eingerichtet ist, die Leistungsvorgabe als Stellgröße in einem Regelkreis zur Regelung der Temperatur der Leistungselektronik auf einen Sollwert von 1 bis 10 K, insbesondere 3 bis 6 K unterhalb einer Maximaltemperatur zu benutzen.

[0019] Ein weiterer Aspekt betrifft ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bewirken, dass die beschriebenen Vorrichtungen die beschriebenen Verfahrensschritte ausführen. Die Steuer- und Regeleinheit wird im Allgemeinen von einem Programm gesteuert und enthält Datenspeicher mit Kalibrierdaten und anderen Informationen, die beide gelegentlich ausgetauscht oder aktualisiert werden müssen, wozu z. B. ein erfindungsgemäßes Computerprogrammprodukt einsetzbar ist.

[0020] Die Erläuterungen zum Verfahren können zur näheren Charakterisierung der Vorrichtung herangezogen werden, und umgekehrt. Die Vorrichtung kann auch so eingerichtet sein, dass damit das Verfahren durchgeführt wird.

[0021] Ein schematisches Ausführungsbeispiel der Erfindung, auf das diese jedoch nicht beschränkt ist, und die Funktionsweise des vorgeschlagenen Verfahrens werden nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Es stellt dar:

Fig. 1: eine Klima- oder Heiz-Anlage mit eingebundener

Leistungselektronik.

[0022] Figur 1 zeigt schematisch eine Anlage 1, im vorliegenden Fall eine Heizungsanlage mit einem Wärmepumpenkreislauf 2 und einem Heizkreislauf 9. Der Wärmepumpenkreislauf 2 ist mit einem Kältemittel gefüllt, welches in einem Verdampfer 3 verdampft, von einem Kompressor 5 komprimiert und in einem Kondensator 6 kondensiert wird. Von dort gelangt es über ein Expansionsventil 7 wieder zum Verdampfer 3. Dieser entzieht der Umgebung Wärme, wozu mit einem Lüfter 4 Umgebungsluft durch den Verdampfer 3 geleitet wird. Bei Verwendung von Erdwärme oder anderen Wärmequellen kann statt des Lüfters 4 eine Solepumpe vorhanden sein (in Verbindung mit einer anderen Art Wärmetauscher am Verdampfer). Die der Umgebung entzogene Wärme heizt durch den Kondensator 6 einen Wärmespeicher 8 (meist mit Wasser gefüllt) auf. An den Warmwasserspeicher kann auch mindestens ein Warmwasserverbraucher 30 angeschlossen sein. Über einen Wärmetauscher 10 wird dem Wärmespeicher 8 Wärme entzogen und einem Heizkreislauf 9 zugeführt. In diesem wird von einer, an geeigneter Stelle angeordneten Umwälzpumpe 12 ein Wärmeträgermedium umgewälzt, welches Verbraucher 14 (Heizkörper oder Fußbodenheizungen) mit Wärme versorgt. Mittels eines Vorlauf-Temperatursensors 13 wird die Temperatur in einem Vorlauf 11 gemessen und z. B. mittels eines Dreiwegeventils 16, welches Wärmeträgermedium aus einem Rücklauf 15 und dem Wärmetauscher 10 nach Bedarf mischt, geregelt. Auch andere Arten der Temperaturregelung und insbesondere die Einbeziehung eines Volumenstrommessers 31, (z.B. hinter der Umwälzpumpe 12) für Regelungszwecke, sind möglich.

[0023] Der Kompressor 5 und/oder die Umwälzpumpe 12 werden von einer Leistungselektronik 18 mit Strom versorgt. Die Leistungselektronik 18 (Umrichter) bezieht Strom aus einem Versorgungsnetz 19 (einphasig oder mehrphasig, es kann aber auch ein Gleichstromnetz z. B. einer Photovoltaikanlage sein) und wandelt diesen in einen regelbaren Wechselstrom um. Dabei entsteht Verlustwärme, insbesondere durch ohm'sche Widerstände in den Bauteilen und Leitungen, die abgeführt werden muss. Dazu weist die Leistungselektronik einen Kühlkörper 21 auf, der über Kühlan schlüsse 22 von einem Kühlmedium durchströmbar ist. Die Leistungselektronik 18 weist einen Elektronik-Temperatursensor 20 auf, dessen Messwert in der Leistungselektronik 18 zur Vermeidung von Überhitzung genutzt wird. Erfindungsgemäß wird dieser Messwert auch an eine Steuer- und Regeleinheit 17 weitergeleitet, z. B. mittels einer Messleitung 27. Die Steuer- und Regeleinheit 17 ist über Steuerleitungen 28 mit verschiedenen Komponenten der Anlage 1 verbunden, insbesondere (teilweise über die Leistungselektronik 18) mit dem Kompressor 5, der Umwälzpumpe 12, dem Expansionsventil 7, dem Dreiwegeventil 16, dem Lüfter 4 und der Leistungselektronik 18. Über Messleitungen 27 erhält die Steuer- und Regeleinheit 17 Messwerte von verschiedenen Sensoren, darunter von dem

Vorlauf-Temperatursensor 27, und dem Elektronik-Temperatursensor 20, sowie von weiteren nicht dargestellten Messstellen für Temperatur, Volumenstrom, Ventilstellung etc.. So kann die Steuer- und Regeleinheit 17 die Anlage 1 nach vorgebbaren Kriterien und Kalibrierdaten im Normalbetrieb regeln.

[0024] Die Kühlung der Leistungselektronik 18 kann unter Abwägung von Vor- und Nachteilen an verschiedenen Kühlstellen 23, 24, 25, 26 in der Anlage erfolgen, wo die Leistungselektronik 18 angeordnet und ihr Kühlkörper 21 in Wärmekontakt mit dem dort strömenden Wärmeträgermedium oder Kältemittel gebracht wird, insbesondere von diesem durchströmt wird. Unter Kühlung ist hier nicht unbedingt eine Kühlung mit sehr niedriger Temperatur zu verstehen. Es reicht aus, wenn an der Kühlstelle eine Temperatur (deutlich) unterhalb einer Maximaltemperatur der Leistungselektronik 18 herrscht. Daher ist eine Möglichkeit zur Anordnung einer ersten Kühlstelle 23 im Vorlauf 11 des Heizkreislaufes 9. Dort heizt die Leistungselektronik 18 mit ihrer Verlustwärme den Vorlauf 11 zusätzlich auf, wobei die Temperatur dort immer noch so niedrig ist, dass die Leistungselektronik 18 dabei gekühlt wird. Eine andere Möglichkeit ist die Anordnung an verschiedenen Stellen im Wärmepumpenkreislauf 2. Eine zweite Kühlstelle 24 kann zwischen Kondensator 6 und Expansionsventil sein, oder eine dritte 25 zwischen Expansionsventil 7 und Verdampfer 3. Schließlich kann eine vierte Kühlstelle 26 zwischen Verdampfer 3 und Kompressor 5 liegen. Die niedrigste Temperatur ist an der dritten Kühlstelle 25 zu erwarten, aber in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen und Umgebungsbedingungen der Anlage 1 kann es gute Gründe für jede dieser Kühlstellen oder auch noch für andere als die hier beispielhaft beschriebenen Kühlstellen geben.

[0025] Nach dem Stand der Technik wird eine dieser Kühlstellen 23, 24, 25, 26 ausgewählt und zur Kühlung (und Einspeisung der elektrischen Verlustleistung) genutzt. Steigt die Temperatur in der Leistungselektronik 18 über deren Maximalwert, so erfolgt intern eine Abschaltung oder vorgegebene Leistungsreduzierung je nach Bauart der Leistungselektronik 18. Ein Eingriff in die Kühlungsbedingungen erfolgt nicht.

[0026] Nach der Erfindung wird ein anderes Verfahren zum Schutz der Leistungselektronik 18 vor Übertemperatur und zur Regelung von deren Temperatur eingesetzt. Der Messwert des Elektronik-Temperatursensors 20 wird der Steuer- und Regeleinheit 17 zugeführt. Dort wird in einem Vergleich 29 zunächst geprüft, ob die Temperatur unter einem unteren Schwellwert liegt. Ist dies der Fall, wird die Temperatur nicht weiter berücksichtigt, sondern die Anlage 1 in einem Normalbetrieb betrieben. Liegt die Temperatur jedoch über dem unteren Schwellwert, so wird auf eine andere Struktur der Regelung (Sonderbetrieb) umgeschaltet mit dem Ziel, die Kühlung an der gewählten Kühlstelle 23, 24, 25 oder 26 zu verbessern. Neben einer immer möglichen Leistungsreduzierung in der Leistungselektronik 18 gibt es nur zwei grundsätzliche Wege zur Verbesserung der Kühlung,

nämlich Senkung der Temperatur an der Kühlstelle und/oder Erhöhung des Volumenstromes (entspricht einer höheren Strömungsgeschwindigkeit) an der Kühlstelle (durch den Kühlkörper 21). Genau diese Wege können einzeln oder kombiniert beschriftet werden, wie oben schon beschrieben wurde. Im Wärmepumpenkreislauf 2 stehen die Mittel: weniger Wärmezufuhr, mehr Wärmeabfuhr, Ändern des Volumenstromes und Ändern der Druckdifferenz bei der Expansion zur Verfügung. Beim Heizkreislauf 9 sind die Mittel: weniger Wärmezufuhr, evtl. mehr Wärmeabfuhr, oder höhere Strömungsgeschwindigkeit.

[0027] Besonders günstig ist es, nach einer Struktumschaltung der Regelung die Temperatur der Leistungselektronik 18 als Regelgröße zu wählen mit einem Sollwert, der einen genügenden Abstand zur Maximaltemperatur hat (z. B. 1 bis 10 K), um gewisse Regelabweichungen ausgleichen zu können. Als Stellgröße kommen die obigen Mittel in Frage. Im einfachsten Fall wird dann z. B. bei Anordnung der Leistungselektronik 18 an der ersten Kühlstelle 23 nicht mehr der Vorlauf-Temperatursensor 13 mit seinem bisherigen Sollwert zur Regelung der Vorlauftemperatur herangezogen, sondern die Temperatur der Leistungselektronik 18 bei sonst gleichbleibender Regelung. Ein analoges Vorgehen ist auch in dem Wärmepumpenkreislauf 2 möglich wie oben beschrieben.

[0028] Die hier anhand einer Heizanlage beschriebenen Prinzipien können in gleicher Weise auch bei einer Klimaanlage Anwendung finden oder bei Anlagen, die beide Funktionen erfüllen.

[0029] Es sei darauf hingewiesen, dass eine Überschreitung des unteren Schwellwertes schon eher eine Ausnahmesituation bedeutet und bei Umschaltung auf Sonderbetrieb daher eine Warnmeldung ausgegeben werden kann. Andererseits kann es Bedingungen geben (z.B. bei Klimaanlage sehr heiße Außentemperaturen), bei denen die beschriebene Struktumschaltung die Einsatzgrenzen einer Anlage erweitern kann, ohne dass eine Störung vorliegen muss. Unter solchen Bedingungen kann der Sonderbetrieb auch den Normalbetrieb zeitweise ersetzen. Darüber hinaus bietet die Weiterleitung der Temperatur der Leistungselektronik 18 an die Steuer- und Regeleinheit 17 auch die Möglichkeit, diese Temperatur zu beobachten und mit Erfahrungswerten bei ähnlichen Betriebsbedingungen zu vergleichen. So lässt sich ein Fehler (zu hohe Temperatur) schon erkennen und eine Warnmeldung z. B. für baldige Wartung ausgeben, lange bevor der untere Schwellwert tatsächlich überschritten wird.

[0030] Die vorliegende Erfindung erlaubt es, die Überhitzung einer Leistungselektronik und ein dadurch verursachtes Abschalten oder Reduzieren der Leistung durch Veränderung der Regelung einer Anlage weitgehend zu vermeiden oder zumindest die maximal mögliche Leistung in einer gegebenen Sondersituation abrufen zu können.

Bezugszeichenliste

[0031]

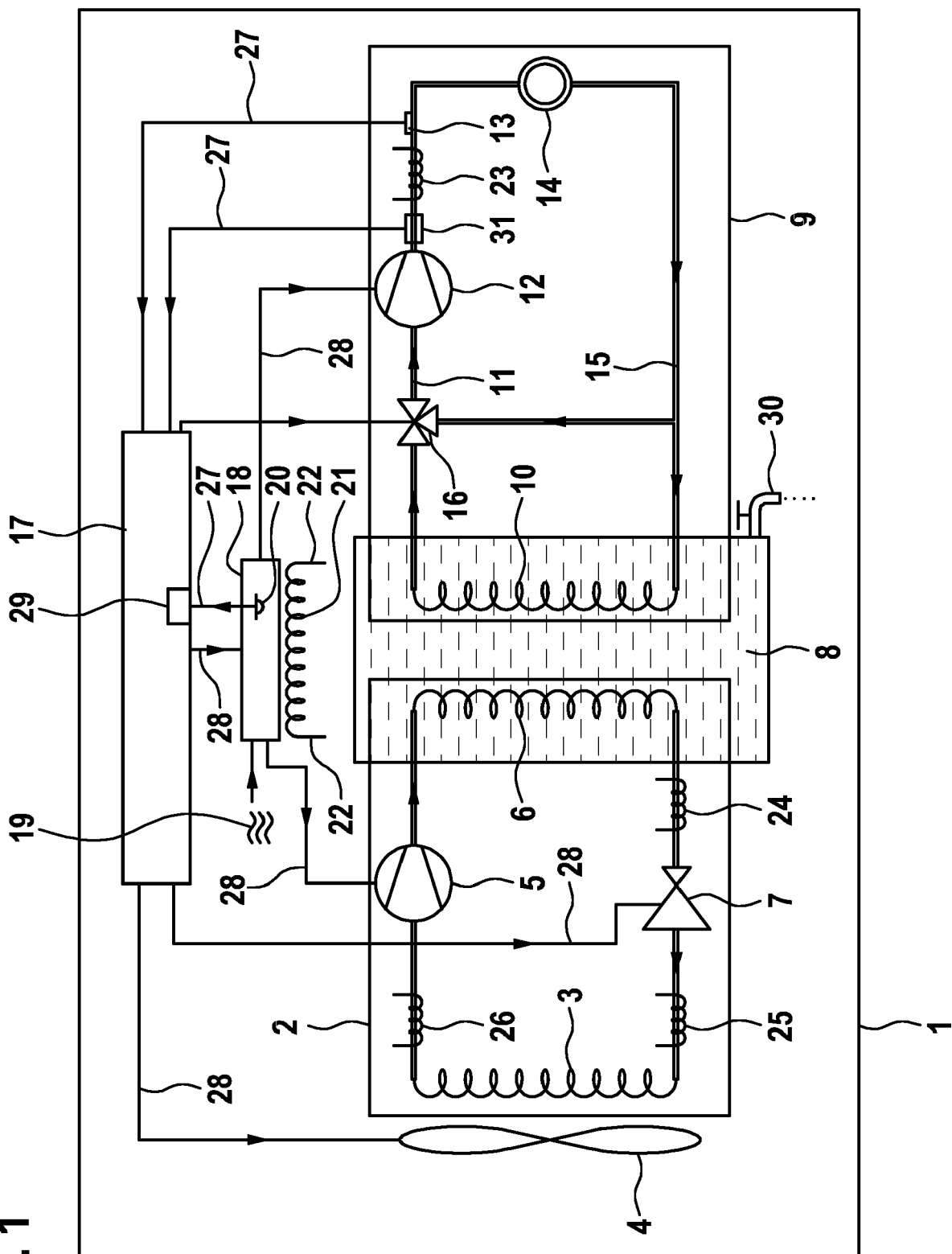
5	1	Anlage (Wärmepumpenanlage)
	2	Wärmepumpenkreislauf
	3	Verdampfer
	4	Lüfter (Solepumpe)
	5	Kompressor
10	6	Kondensator
	7	Expansionsventil
	8	Wärmespeicher
	9	Heizkreislauf
	10	Wärmetauscher
15	11	Vorlauf
	12	Umwälzpumpe
	13	Vorlauf-Temperatursensor
	14	Verbraucher (Heizkörper)
	15	Rücklauf
20	16	Dreiwegeventil
	17	Steuer- und Regeleinheit
	18	Leistungselektronik
	19	Versorgungsnetz
25	20	Elektronik-Temperatursensor
	21	Kühlkörper
	22	Kühlanschlüsse für Kühlmedium
	23	Erste Kühlstelle
	24	Zweite Kühlstelle
	25	Dritte Kühlstelle
30	26	Vierte Kühlstelle
	27	Messleitungen
	28	Steuerleitungen
	29	Vergleicher
	30	Warmwasserverbraucher
35	31	Volumenstromsensor

Patentansprüche

- 40 1. Verfahren zur Regelung der Temperatur einer Leistungselektronik (18) in einer ein Wärmeträgermedium oder ein Kältemittel führenden Anlage (1), nämlich einer Klima- und/oder Heizanlage, mit einer zentralen Steuer- und Regeleinheit (17) zur Regelung der Temperatur und/oder Strömungsgeschwindigkeit in der Anlage (1), wobei die Leistungselektronik (18) an einer Kühlstelle (23; 24; 25; 26) in der Anlage (1) von einem in der Anlage (1) strömenden Wärmeträgermedium oder Kältemittel gekühlt wird, und wobei ein Messwert der Temperatur der Leistungselektronik (18) der Steuer- und Regeleinheit (17) zugeführt wird und von dieser bei der Regelung der Temperatur und/oder der Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgermediums bzw. Kältemittels in der Anlage (1) und damit an der Kühlstelle (23; 24; 25; 26) berücksichtigt wird.
- 55 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Temperatur

- der Leistungselektronik (18) einem Regelkreis für die Temperatur an der Kühlstelle (23; 24; 25; 26) als Istwert zugeführt wird und als Sollwert eine Temperatur 1 bis 10 K unterhalb einer Maximaltemperatur der Leistungselektronik (18) vorgegeben wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kühlstelle (23; 24; 25; 26) in einem von einer Pumpe oder einem Kompressor mit einer Leistungsvorgabe betriebenen Kreislauf (2; 9) der Anlage (1) liegt und die Leistungselektronik (18) mit dieser Leistungsvorgabe betrieben wird und wobei die Temperatur der Leistungselektronik (18) als Regelgröße mit einem Sollwert von 1 bis 10 K unterhalb einer Maximaltemperatur und die Leistungsvorgabe als Stellgröße in einem Regelkreis dienen. 10
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühlstelle (24; 25; 26) in einem Kältemittelkreislauf (2) liegt und die Temperatur der Leistungselektronik (18) von der Steuer- und Regeleinheit (17) überwacht wird, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren unteren Schwellwertes der Temperatur der Leistungselektronik (18) Maßnahmen zumindest zur Absenkung der Temperatur oder zur Erhöhung eines Volumenstromes an der Kühlstelle (24; 25; 26) eingeleitet werden. 15
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerung und Regelung der Anlage (1) so lange ohne Einbeziehung der Temperatur der Leistungselektronik (18) erfolgt, wie die Temperatur der Leistungselektronik (18) unter einem vorgebbaren unteren Schwellwert liegt, und oberhalb des unteren Schwellwertes eine Strukturumschaltung der Regelung unter Einbeziehung der Temperatur der Leistungselektronik (18) in die Regelung erfolgt. 20
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Überschreitung eines vorgebbaren oberen Schwellwertes, spätestens jedoch bei Erreichen einer Maximaltemperatur, die Leistungselektronik (18) abgeschaltet oder ihre Leistung um 10% bis 50% reduziert wird. 25
7. Vorrichtung zur Regelung der Temperatur einer Leistungselektronik (18) in einer ein Wärmeträgermedium oder ein Kältemittel führenden Anlage (1), nämlich einer Klima- und/oder Heizanlage, mit einer zentralen Steuer- und Regeleinheit (17) zur Regelung einer Temperatur und/oder einer Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgermediums bzw. Kältemittels in der Anlage (1), wobei die Leistungselektronik (18) an einer Kühlstelle (23; 24; 25; 26) in der Anlage (1) angeordnet ist und in Wärmeaustausch mit einem in der Anlage (1) strömenden Wärmeträgermedium oder Kältemittel steht und wobei ein Elektronik-Temperatursensor (20) zur Messung der Temperatur der Leistungselektronik (18) vorhanden ist, der mit einer Steuer- und Regeleinheit (17) in Verbindung steht, die eingerichtet ist, Messwerte des Elektronik-Temperaturensors (20) bei der Regelung der Temperatur und/oder der Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgermediums bzw. Kältemittels in der Anlage (1) und damit an der Kühlstelle (23; 24; 25; 26) zu berücksichtigen. 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei in der Steuer- und Regeleinheit (17) ein Regelkreis vorhanden ist mit der Temperatur der Leistungselektronik (18) als Regelgröße bei einem Sollwert von 1 bis 10 K unterhalb einer Maximaltemperatur. 35
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, wobei in der Steuer- und Regeleinheit (17) ein Vergleicher (29) vorhanden ist, der eingerichtet ist, bei Überschreitung eines vorgebbaren unteren Schwellwertes der Temperatur der Leistungselektronik (18) die Regelung der Anlage von einem Normalbetrieb in einen Sonderbetrieb mit einer anderen Regelungsstruktur umzuschalten, bei dem die Temperatur der Leistungselektronik (18) in mindestens einem Regelkreis berücksichtigt wird. 40
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Kühlstelle (23; 24; 25; 26) in einem Kreislauf (9; 2) für Wärmeträgermedium oder Kältemittel liegt und zumindest die Temperatur oder ein Volumenstrom an der Kühlstelle (23; 24; 25; 26) in Abhängigkeit von der Temperatur der Leistungselektronik (18) von der Steuer- und Regeleinheit (17) veränderbar sind. 45
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Kreislauf (2; 9) eine Pumpe oder einen Kompressor aufweist, der mit einer Leistungsvorgabe, die auch die Leistungsvorgabe der Leistungselektronik (18) ist, betreibbar ist, wobei die Steuer- und Regeleinheit (17) eingerichtet ist, die Leistungsvorgabe als Stellgröße in einem Regelkreis zur Regelung der Temperatur der Leistungselektronik (18) auf einen Sollwert von 1 bis 10 K unterhalb einer Maximaltemperatur zu benutzen. 50
12. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bewirken, dass die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11 die Verfahrensschritte gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 ausführt. 55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 21 2666

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2013 225450 B3 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. März 2015 (2015-03-26) * Absätze [0042], [0049], [0023], [0027], [0026]; Abbildung 1 * -----	1-12	INV. F25B49/02 F04B53/08 H02H5/04
X	DE 101 28 307 A1 (SIEMENS AG [DE]; BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 10. April 2003 (2003-04-10) * und zugehörige Beschreibung; Abbildungen 1,2 * -----	1, 6, 7, 9, 12	
X	DE 10 2007 042586 A1 (SIEMENS AG [DE]) 26. März 2009 (2009-03-26) * Absätze [0018], [0019], [0024]; Abbildung 2 * -----	1-4, 6, 7, 9, 12	
X	DE 10 2017 200088 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 5. Juli 2018 (2018-07-05) * Absätze [0030], [0029]; Abbildung 1 * -----	1-4, 6-12	
X	DE 10 2017 202810 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 23. August 2018 (2018-08-23) * Absätze [0031], [0043], [0045], [0020]; Anspruch 1; Abbildung 2 * -----	1-4, 6-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F25B F04B H02H
X	US 2018/073787 A1 (ROTH ROBERT J [US]) 15. März 2018 (2018-03-15) * Absatz [0039] * -----	1-12	
X	EP 2 538 149 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 26. Dezember 2012 (2012-12-26) * Absatz [0025] - Absatz [0044]; Abbildungen 1,4,5 * -----	1-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. April 2022	Prüfer Gasper, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 21 2666

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-04-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013225450 B3	26-03-2015	DE 102013225450 B3	26-03-2015
		EP 2884204 A2	17-06-2015
DE 10128307 A1	10-04-2003	DE 10128307 A1	10-04-2003
		FR 2825789 A1	13-12-2002
		JP 2003014317 A	15-01-2003
		US 2003041607 A1	06-03-2003
DE 102007042586 A1	26-03-2009	DE 102007042586 A1	26-03-2009
		WO 2009033999 A2	19-03-2009
DE 102017200088 A1	05-07-2018	KEINE	
DE 102017202810 A1	23-08-2018	KEINE	
US 2018073787 A1	15-03-2018	KEINE	
EP 2538149 A1	26-12-2012	CN 102639943 A	15-08-2012
		EP 2538149 A1	26-12-2012
		JP 5398571 B2	29-01-2014
		JP 2011163728 A	25-08-2011
		US 2012234030 A1	20-09-2012
		US 2018003424 A1	04-01-2018
		WO 2011099190 A1	18-08-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82